



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**MARCHA DE ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, CÁLCIO E
MAGNÉSIO
DA *Mentha Arvensis L.***

GIOVANY GIACOMO ANASTACIO PEREIRA PINHEIRO DE CARVALHO

PETROLINA-PE

2025

GIOVANY GIACOMO ANASTACIO PEREIRA PINHEIRO DE CARVALHO

**MARCA DE ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, CÁLCIO E
MAGNÉSIO
DA *Mentha arvensis L.***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IFSertãoPE
Campus Petrolina Zona Rural,
exigido para a obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Cicero Antônio de Sousa Araújo

**PETROLINA- PE
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C331 Carvalho, Giovany Giacomo Anastacio Pereira Pinheiro de.

Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio na *Mentha arvensis* L. / Giovany Giacomo Anastacio Pereira Pinheiro de Carvalho. - Petrolina, 2025.
30 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Cicero Antônio de Sousa Araújo.

Coorientação: Dr. Fabio Freire de Oliveira.

1. Ciências Agrárias. 2. Acúmulo de nutrientes. 3. Recomendação. 4. Elementos Químicos. I. Título.

CDD 630

GIOVANY GIACOMO ANASTACIO PEREIRA PINHEIRO DE CARVALHO

**MARCHA DE ABSORÇÃO DE NITROGÊNIO, FÓSFORO, CÁLCIO E
MAGNÉSIO
DA *Mentha arvensis* L.**

Trabalho de Conclusão do Curso
apresentado ao IFSertãoPE
Campus Petrolina Zona Rural,
exigido para a obtenção de título de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 31 de Janeiro de 2025.

Cicero Antonio de Sousa Araujo:22296980368
Assinado de forma digital por Cicero Antonio de Sousa Araujo:22296980368
Dados: 2025.02.14 17:25:19 -03'00'

Prof. Dr. Cicero Antônio de Sousa Araújo - Orientador
IF Sertão, Campus Petrolina Zona Rural

Documento assinado digitalmente

gov.br

FABIO FREIRE DE OLIVEIRA
Data: 19/02/2025 09:27:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Fabio Freire de Oliveira

IF Sertão, Campus Petrolina Zona Rural

Documento assinado digitalmente

gov.br

GILBERTO SARAIVA TAVARES FILHO
Data: 18/02/2025 12:48:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Gilberto Saraiva Tavares Filho
Doutorando - UFPE - APLICAÇÕES DE RADIOISÓTOPOS NA
AGRICULTURA E MEIO-AMBIENTE

Dedico e ofereço esse trabalho a Deus e a minha Família, a minha mãe Gicélia e ao meu pai Givaldo e a minha amada Kauanna por fazerem meus dias mais felizes e mais esperançosos,

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus por ter me ajudado e continua ajudando em cada momento difícil, me dando proteção e discernimento para que eu concluísse com êxito minha jornada acadêmica. A minha família, em especial minha mãe Gicélia e meu pai Givaldo, que me ensinaram o caminho correto a se tomar em cada momento da vida sendo ele fácil ou difícil. A todos os professores que contribuíram essencialmente para a minha formação, em especial Dr. Flavia Cartaxo, por ter desempenhado um papel importante na minha vida acadêmica, abrindo portas, dando ensinamentos, me ajudando a crescer como pessoa, Dr. Cicero, meu orientador por toda paciência e disponibilidade e por todos os ensinamentos passados dando o suporte necessário e toda ajuda possível, a Dr. Fabio, onde sempre estava aberto a tirar dúvida e passar ensinamentos profissional. A meu primo Gabriel, sua mãe Maria Edivania, seu pai Antônio Marcos e minha prima Ana Cecilia (Galega), seja ela por cada conselho, ou acolhimento, me ajudando a me torna uma pessoa melhor cada dia, tornando-os minha segunda família. Aos meus amigos e colegas de formação, em especial o pessoal do Laboratório de Solos: Felipe, Breno, Talysson, Gilberto, Leonardo, Luiz, Sthefany, Mariana, Catarina, e ao pessoal do Horto Medicinal: Dr. Adelmo, Leonardo Feijó, Brena, Eloisa, Valmir, Ligia, Manuela, Jacinto, Samuel, Leonardo e José. Também aos meus colegas de turma, que de alguma forma contribuíram com minha formação. As meninas Rayssa, Maria e Mariana, e a minha amada namorada Kauanna que em cada momento desde quando eu a conheci ela me ajudou em dias difíceis.

O que prevemos raramente ocorre; o que menos esperamos geralmente acontece.

Benjamin Disraeli

RESUMO

Compreender as necessidades nutricionais das plantas é essencial para seu cultivo adequado. Esse conhecimento possibilita uma adubação precisa, realizada na época ideal e utilizando os elementos de forma eficiente, o que minimiza desperdícios e maximiza a produtividade. No caso específico da *Mentha-japonesa (Mentha arvensis L.)*, ainda não há uma recomendação oficial no manual agrícola do estado de Pernambuco, o que representa um desafio para o manejo adequado dessa cultura.

Os elementos químicos são fundamentais para as funções metabólicas das plantas, desempenhando papel direto em seu crescimento e produção. Classificados como elementos essenciais para o desenvolvimento vegetal.

Este trabalho teve como objetivo determinar a marcha de crescimento e de absorção de nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio na *Mentha-japonesa (Mentha arvensis L.)* cultivada em campo.

O experimento foi conduzido no Horto Medicinal Orgânico do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural. As plantas foram cultivadas no campo, com aplicações semanais de solução nutritiva. O delineamento foi quatro tratamentos, com sete repetições cada, e a amostragem ocorreu a cada 10 dias, até o primeiro corte da cultura aos 70 dias.

Em cada período, foram analisados a matéria seca e o acúmulo de N, P, Ca e Mg na parte aérea das plantas. Os resultados indicaram que a produção de massa seca variou de forma quadrática ao longo do tempo.

O N,P,Ca e Mg ficaram com uma maior demanda dos 40 aos 70 (DAT), de forma quadrática ao longo do tempo, o nitrogênio ficou com uma recomendação de 26,5 kg.ha⁻¹.

O fósforo ficou com uma recomendação de 12,24 kg.ha⁻¹, o cálcio ficou com 13,25 kg.ha⁻¹ e o magnésio ficou com uma recomendação de 4,48 kg.ha⁻¹.

Palavras-chave: elementos químicos, acúmulo de nutrientes, recomendação.

ABSTRACT

Understanding the nutritional needs of plants is essential for their proper cultivation. This knowledge enables precise fertilization, carried out at the ideal time and using the elements efficiently, which minimizes waste and maximizes productivity. In the specific case of Japanese mint (*Mentha arvensis L.*), there is still no official recommendation in the agricultural manual of the state of Pernambuco, which represents a challenge for the proper management of this crop.

Chemical elements are fundamental for the metabolic functions of plants, playing a direct role in their growth and production. Classified as essential elements for plant development.

This study aimed to determine the growth rate and absorption of nitrogen, phosphorus, calcium and magnesium in Japanese mint (*Mentha arvensis L.*) grown in the field.

The experiment was conducted at the Organic Medicinal Garden of the Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural. The plants were grown in the field, with weekly applications of nutrient solution. The design consisted of four treatments, with seven replicates each, and sampling occurred every 10 days, until the first crop cut at 70 days.

During each period, dry matter and accumulation of N, P, Ca and Mg in the aerial part of the plants were analyzed. The results indicated that dry matter production varied quadratically over time.

N, P, Ca and Mg had a greater demand from 40 to 70 (DAT), in a quadratic manner over time, nitrogen had a recommendation of 26.5 kg.ha⁻¹.

Phosphorus had a recommendation of 12.24 kg.ha⁻¹, calcium had 13.25 kg.ha⁻¹ and magnesium had a recommendation of 4.48 kg.ha⁻¹.

Keywords: chemical elements, nutrient accumulation, recommendation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Acúmulo de massa seca e massa úmida na menta-japonesa (*Mentha arvensis L.*), em função dias após o transplântio (DAT) – Pag 20

Figura 2: Acúmulo de Nitrogênio nas partes vegetativas da menta- japonesa (*Mentha arvensis L.*), em função dias após o transplântio (DAT) - Pag 20

Figura 3: Acúmulo de fósforo na Mentha- japonesa (*Mentha arvensis L.*), em função dias após o transplântio (DAT). 21

Figura 4: Acúmulo de Cálcio nas partes vegetativas da menta- japonesa (*Mentha arvensis L.*), em função dias após o transplântio (DAT) – Pag 22

Figura 5: Acúmulo de Magnésio nas partes vegetativas da menta- japonesa (*Mentha arvensis L.*), em função dias após o transplântio (DAT) – Pag 2

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Caracterização química e física do solo Pag – 18

TABELA 2. Níveis pré-estabelecidos por nutriente Pag – 18

TABELA 3. Resumo do quadro de variânciaPag – 19

TABELA 4. Recomendação de adubação de Nitrogênio para a (*Mentha Arvensis* L.)..Pag - 21

TABELA 5. Recomendação de adubação de Fósforo para a (*Mentha Arvensis* L.)..... Pag - 22

TABELA 6. Recomendação de adubação de Cálcio para a (*Mentha Arvensis* L.)..... ...Pag - 23

TABELA 7. Recomendação de adubação de Magnésio para a (*Mentha Arvensis* L.)... Pag - 24

SÚMARIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAS.....	14
2.1	<i>Mentha Arvensis L</i>	14
2.2	Nutrição mineral de plantas	14
2.3	Marcha de absorção de nutrientes e curva de crescimento	16
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	Objetivo geral	17
3.2	Objetivos específicos	17
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1	Produção das mudas	18
4.2	Condução do experimento	18
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1	Crescimento da planta	19
5.2	Acúmulo de nitrogênio na planta	20
5.3	Acúmulo de fósforo na planta	21
5.4	Acúmulo de cálcio na planta.....	22
5.5	Acúmulo de magnésio na planta.....	23
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
	REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Mentha-japonesa* (*Mentha arvensis L.*), e uma planta pertencente à família Lamiaceae (Labiatae), também conhecida como Hortelã-japonesa, vick, hortelã do brasil, etc. É uma planta medicinal com origem do sul da china, se destaca pelo seu aroma agradável e sabor característico, e principalmente pela presença de óleos essenciais, extraídos de folhas, em especial, o mentol. A (*Mentha arvensis L.*) é indicada em tratamento nasal, flatulência, e problemas terapêuticos, com ação analgésica e antiespasmódica, além disso a (*Mentha arvensis L.*) pode ser utilizada na indústria farmacêutica e na indústria de cosméticos, (ALMEIDA, 2003) No Brasil, ainda não tem informações sobre a fertilização química e exigências nutricionais da planta medicinal (*Mentha Arvensis L.*). No manual de adubação do estado de Pernambuco ainda não apresenta recomendações específicas para a menta-japonesa. A nutrição se destaca como um componente fundamental na produção dessas espécies medicinais. (ALMEIDA, 2003). Por meio de estudos, busca-se aprimorar o entendimento das demandas

nutricionais para atender às necessidades específicas de nutrição de plantas medicinais.

A marcha de crescimento e de absorção refere-se à dinâmica temporal do desenvolvimento das plantas e ao padrão de absorção de nutrientes ao longo de seu ciclo de vida. Essa análise é essencial para compreender as fases críticas de demanda nutricional e garantir o manejo eficiente da fertilidade do solo e da adubação. Durante o ciclo de crescimento, as plantas apresentam variações na velocidade de absorção de água e nutrientes, dependendo do estágio fenológico e das condições ambientais. (PEIXOTO, et al., 2009, p.38). Em geral, a absorção de nutrientes tende a aumentar durante as fases de maior atividade metabólica, como o crescimento vegetativo e o enchimento de grãos ou frutos, essa dinâmica é representada por curvas de crescimento e de acúmulo de nutrientes, que auxiliam na definição de estratégias de manejo, como o momento ideal de aplicação de fertilizantes.

(FAQUIN et al., 2005, p.183)

Apesar de sua relevância econômica e medicinal, lacunas ainda existem no entendimento completo sobre as necessidades nutricionais da *Mentha* (*Mentha arvensis L.*), especialmente em relação à influência de diferentes nutrientes em seu desenvolvimento e produtividade. Este trabalho busca determinar a marcha de crescimento e de absorção de N, P, Ca e Mg da *Mentha* (*Mentha arvensis L.*).

2 REFERENCIAS

2.1 *Mentha Arvensis L.*

O gênero *Mentha*, popularmente conhecido como hortelã, pertence à família Labiatae ou Lamiaceae e abrange diversas espécies, como o alecrim, a menta-japonesa, a hortelã-miúda e o manjeriço. Essas espécies não se destacam apenas por seus aromas e sabores característicos. No caso específico da hortelã, as variedades são classificadas em dois grandes grupos: mentas e espigas.(GRISI, *et al.*, 2006 p.33-39).

A *Mentha*-japonesa (*Mentha arvensis L.*), pertencente à família Labiatae e originária do sul da china, é facilmente encontrada em feiras livres e hipermercados. Popularmente conhecida como Hortelã-japonesa, Vick ou Hortelã-do-Brasil, essa planta medicinal aromática apresenta folhas opostas, ovaladas e serradas, além de um hábito herbáceo rizomatoso e caule de seção quadrangular. (CHAGAS, *et al.* 2008, p. 2157-2163).

A *Mentha*-japonesa (*Mentha arvensis L.*) é amplamente utilizada tanto na culinária quanto em tratamentos medicinais, destacando-se como analgésico e no alívio de problemas estomacais e intestinais.(GRISI, *et al.*, 2006 p.33-39). Suas propriedades etnoterapêuticas permitem tratar diversas enfermidades do corpo humano. No contexto econômico, o principal produto derivado dessa planta é o óleo essencial, cujo principal composto orgânico, o mentol (50–70%), possui ampla aplicação nas indústrias alimentícia, farmacêutica, de higiene pessoal e culinária. (DESCHAMPS, 2013, p. 178-183).

2.2 Nutrição mineral de plantas

Durante o início da década de 1980, destacaram-se na Índia alguns estudos científicos focados em nutrição mineral na *Mentha arvensis L.*, onde havia uma notável lacuna de pesquisas sobre o impacto dos macronutrientes, como cálcio, magnésio e enxofre, bem como dos micronutrientes, incluindo ferro, zinco e boro, no desenvolvimento da (*Mentha arvensis L.*) Essa ausência de estudos foi destacada por Maia *et al.* (1994), que pontuaram a relevância de investigar as exigências nutricionais dessa planta em sistemas de cultivo.

A *Mentha arvensis L.*, conhecida por sua relevância na produção de óleos essenciais e outros derivados de alto valor comercial, foi descrita por diversos autores como uma espécie com elevada exigência nutricional. (MAIA , 1994)

Os nutrientes que são classificados como elementos minerais essenciais incluem os macronutrientes podem ser subdivididos em primários ou principais secundários e em micronutrientes: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês, molibdênio, níquel e

zinco. (BARROS, 2020).

Esses nutrientes também são determinantes na resistência a patógenos ou no aumento da suscetibilidade a eles, Tanto a deficiência quanto o excesso de qualquer desses elementos influenciam diretamente o metabolismo das plantas. Por isso, é essencial garantir a disponibilidade desses nutrientes em quantidades adequadas, seja por meio de adubações de fundações ou foliares, adubação realizada por via foliar ou no solo, é indispensável sempre que houver deficiência de algum elemento mineral, conforme as necessidades específicas de absorção da planta e a disponibilidade fornecida pelo solo.(SANTANA, et al., 2019) A solução do solo desempenha um papel crucial nesse processo, pois é a fração na qual as raízes das plantas absorvem os elementos essenciais para o seu desenvolvimento. (ZAMBOLIM et al., 2016)

Os elementos minerais desempenham um papel fundamental em todas as funções metabólicas das plantas, contribuindo diretamente para seu crescimento e produção, o nitrogênio é um elemento essencial, fundamental para os processos biológicos, estando diretamente relacionado a moléculas como ácidos nucleicos (DNA e RNA) e proteínas.(BARROS, et al., 2020). Sua aplicação de forma parcelada aumenta a eficiência, pois reduz perdas por lixiviação, volatilização e desnitrificação, desempenhando assim um papel crucial no crescimento das plantas. Esse manejo adequado contribui para o aumento do rendimento, da produtividade e da qualidade das culturas (Hungria et al., 2007).

O nitrogênio é o macronutriente mais requerido pelas plantas, desempenhando um papel fundamental em diversas rotas metabólicas, como aquelas relacionadas à produção de ATP, NADH e NADPH, clorofila e inúmeras enzimas (MIFLIN, et al., 1976, p.873-885). Além disso, está diretamente associado a processos fisiológicos cruciais, incluindo a atividade radicular, desenvolvimento vegetal, fotossíntese, absorção de íons, respiração e a formação do protoplasma. (NETO, et al., 2016, p. 144)

O fósforo é um macronutriente essencial para o desenvolvimento das plantas, sendo indispensável para diversos processos bioquímicos e fisiológicos. Ele desempenha um papel central na transferência de energia, crescimento e divisão celular, integrando moléculas fundamentais como trifosfato de adenosina (ATP), que é crucial para reações metabólicas.(VILAR, et al., 2013, p.2).

O fósforo é um componente estrutural de ácidos nucleicos, fosfolipídios das membranas celulares e cofatores enzimáticos, influenciando diretamente o crescimento radicular, a maturação das culturas e a produtividade agrícola. No solo, sua disponibilidade é limitada devido à alta fixação em formas insolúveis, o que torna sua gestão adequada, como adubação e manejo de fontes orgânicas e minerais. (DECHEN, et al., 2007).

O cálcio é um macronutriente secundário essencial para as plantas. Este elemento desempenha funções estruturais e regulatórias indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal, sendo absorvido pelas plantas na forma de íon Ca^{2+} . (DE SÁ, et al., 2024, p.2). O cálcio é um componente crucial da parede celular, contribuindo para a estabilidade estrutural e o desenvolvimento de meristemas, bem como para o crescimento dos ápices radiculares. Sua função inclui a proteção das membranas celulares contra danos.

Em ambiente ácido, o Ca^{2+} presente nessas ligações é trocado por H^+ , resultando em um aumento significativo na permeabilidade das membranas. O uso de agentes quelantes intensifica esse efeito, levando ao extravasamento de íons e compostos orgânicos de baixa massa molecular. (FAQUIN et al., 2005, p.183).

A deficiência de cálcio em plantas resulta em raízes pequenas, escurecidas e necrosadas, enquanto folhas novas podem apresentar pontos de crescimento mortos em casos graves. Plantas deficientes em cálcio apresentam teor foliar inferior a 4 g.kg^{-1} , conforme descrito por (MALAVOLTA, 1980, p. 251)

O magnésio é um macronutriente secundário indispensável para as plantas, ele é encontrado de forma trocável e não trocável, podendo ser encontrado na vermiculita, biotita, dolomita, entre outros, que são minerais primários e secundários, o magnésio desempenhando um papel central em processos metabólicos essenciais. (FIORENTINI, Diana et al., 2021, p.1136). Ele é o átomo central da molécula de clorofila, sendo vital para a fotossíntese, além de atuar como cofator enzimático em reações relacionadas ao metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas. O magnésio também participa do transporte de fosfatos, influenciando diretamente a síntese de ATP e outras moléculas energéticas. (FAQUIN et al., 2005, p.183). O magnésio é disponibilizado na forma de Mg^{2+} . Sua mobilidade no floema e xilema permite o transporte entre órgãos da planta (FURLANI, 2004, p. 40-75), mas sua deficiência pode causar clorose entre as nervuras, afetando a produtividade e a qualidade das culturas.

2.3 Marcha de absorção de nutrientes e curva de crescimento

É essencial que cada pessoa envolvida no cultivo compreenda a quantidade exata de nutrientes necessários para cada tipo de planta. Por meio da análise da marcha de absorção de nutrientes e da curva de crescimento, torna-se possível identificar os períodos mais adequados para realizar a adubação. Essa abordagem estratégica não apenas otimiza o fornecimento de nutrientes, mas também contribui para a redução dos custos relacionados à adubação, promovendo maior eficiência (VIDIGAL et al., 2007, p. 375-380).

A marcha de absorção e curva de crescimento ocorre ao longo do desenvolvimento das plantas, resultando no acúmulo gradual de nutrientes na massa seca ao passar dos dias. Esse acúmulo reflete apenas a quantidade de nutrientes que uma planta necessita, mas não necessariamente ou que será efetivamente utilizada, devido aos fatores como condições climáticas, manejo de umidade, tempo e outras variações. (PRADO, et al., 2003, p.273)

O crescimento da fitomassa das plantas ocorre como resultado da atividade fotossintética e da absorção de nutrientes minerais. Esse processo é fundamental para a avaliação do desenvolvimento das plantas em áreas de pesquisa, sejam elas realizadas em campo aberto ou em casas de cultivo. Nessas análises, diversos fatores são considerados, incluindo o papel da matéria orgânica e a utilização da energia solar no metabolismo do material vegetal. Esse tipo de estudo fornece informações úteis para compreender melhor o comportamento das plantas em diferentes condições (DESTRO, 2008, p.593 - 597)

De acordo com (SOUZA, 2022), a dose recomendada de nitrogênio para o primeiro corte na cultura da *Mentha x Villosa*(Huds) é de 29,2 kg.ha⁻¹ difere de (PRADO, et al., 2003, p.273), já considerando outros fatores que podem interferir e causar perda de nutrientes, como: lixiviação, erosão e volatilização. Na *Mentha x Villosa*(Huds) o resultado considerado por (VIANA, 2022) no nutriente mineral cálcio onde foi feita amostragem de 10 em 10 dias após o transplântio, teve 14,75 kg.ha⁻¹ que pela lei da restituição permite indicar essa quantidade ideal para manter os nível de cálcio.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Determinar a marcha de crescimento e de absorção de N, P, Ca e Mg da *Mentha* (*Mentha arvensis* L.).

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar produção de biomassa da menta, ao longo do tempo;
- Quantificar o acúmulo de N, P, Ca e Mg para menta ao longo do tempo
- Definir a demanda de N, P, Ca e Mg para menta em função do tempo após transplante;

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Horto medicinal Orgânico, do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campos Petrolina Zona Rural, localizado no perímetro de Irrigação Senador Nilo Coelho (PISNC), no município de Petrolina (09°09' S, 40° O e 365,5 m de altitude), sob clima BSh', de acordo com a classificação de Köppen.

4.1 Produção das mudas

As mudas foram produzidas na hidroponia do Campus Petrolina Zona Rural (IFSertãoPE). Onde foram propagadas pelo método de estaquia com 4 a 5 gemas, foram colocadas em bandejas de isopor com vermiculita expandida, em sistema hidropônico tipo "floating" na hidroponia CPZR, após um mês foram transplantadas para o experimento no campo.

4.2 Instalação do experimento

Primeiro foi feita uma coleta de solo para análise química e fertilidade, conforme o manual de método da EMBRAPA (1997). (tabela 1), coletando amostras distribuídas na profundidade de 0-20 cm e encaminhada para o laboratório de Solos do IFSertãoPE – CPZR. Logo após a análise foi realizado o cálculo de adubação necessário, considerando os teores de cada nutriente, elevando para níveis sugeridos para a maioria das culturas agrônômicas (tabela 2).

Tabela 1 - Caracterização química e física do solo da área experimental localizada Petrolina

pH	CE	MO	Pdisp	K	Na	Ca	Mg	H+Al	Al ³	SB	CTC	V
H ₂ O	dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹			 Cmolc/kg				%
7,27	0,87	48,95	33,40	0,49	0,13	19,9	3,24	1,72	nd	23,73	25,45	93,26

Onde: CE, MO, Pdisp., K, Na, Ca, Mg, H+Al, Al³, CTC e V correspondem a condutividade elétrica do estrato de saturação do solo; Matéria orgânica; Fósforo disponível; Potássio, Sódio, Cálcio, Magnésio, Hidrogênio mais Alumínio; Alumínio; Saturação de Bases, Capacidade de Troca de Cátions, Percentagem por saturação de bases, respectivamente.

Tabela 2 - Níveis pré-estabelecidos por nutrientes

P	K	Ca	Mg	N	Zn	Mn	Fe	Cu	Bo
mg/dm ³cmolc.kg ⁻¹		mg.L ⁻¹		mg.dm ⁻³	
60	0,6	3,6	0,8	112	1,5	8	30	1,2	0,6

4.3 Condução do experimento

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com 7 tratamentos (10, 20,30,40,50,60 e 70 dias) e 4 repetições com espaçamento de (20x40cm). As adubações foram realizadas com bomba costal para elevar ao nível crítico no solo, e as aplicações foram feitas semanalmente para que não faltasse nutrientes para as plantas com base nos resultados da análise de solo (tabela 2). Foi realizado capinas manuais sempre que necessário, foi adicionado nos canteiros cobertura morta para diminuir incidência de plantas daninhas e melhorar o ambiente para a planta, diminuir a evapotranspiração e proteger o solo. A irrigação foi feita por sistema de gotejamento de acordo com a necessidade hídrica da cultura, durante 30 minutos, duas vezes ao dia, nos horários mais frios do dia no começo do dia às 8h e no final às 17h.

A colheita foi realizada de 10 em 10 dias fazendo a coleta de 6 plantas de cada tratamento evitando plantas da bordadura, quando coletadas foi removido as raízes, e utilizava só a parte aérea onde era feito o peso úmido, e logo em seguida fazia a limpeza das plantas com água destilada, que posteriormente, foram levadas para estufa de circulação de ar forçada, e secadas a 65 °C, até a massa ficar constante para quantificação da massa seca. O material seco foi moído e digerido com ácido sulfúrico concentrado, sob aquecimento, transformando todo os elementos orgânico em íons, para a determinação total no tecido vegetal, conforme a metodologia proposta por (THOMAS et al,1967).

Para obter os resultados de acúmulo por hectare, foi adotado o espaçamento da *Mentha arvensis L.*, sendo de 0,20cm x 0,40cm, o que resulta no cálculo por hectare de (1000/0,20x0,40)

= 125.000 plantas/ha, e a sua porcentagem relativa, dividindo os valores de massa seca dos tratamentos pelo maior valor encontrado e multiplicado por 100.

$$PA (\%) = \frac{\text{Valor acumulado}}{(\text{Maior valor acumulado})} \times 100$$

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p<0,05) por meio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). Os graus de liberdade (GL) relativos ao tempo após o transplântio foram desdobrados em análise de regressão e os modelos foram escolhidos a partir do maior valor do coeficiente de determinação (R²).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

TABELA 3. Resumo do quadro de variância do peso da massa fresca (MF), peso da massa seca (MS), acúmulo de nitrogênio em kg/ha (ACN), acúmulo de fósforo em kg/ha (ACP), acúmulo de cálcio em kg/ha (ACCA) e acúmulo de magnésio em kg/ha (ACMG), em função do tempo .

FV	GL	GM					
		MF	MS	ACN	ACP	ACCA	ACMG
BLOCO	3	7440,98*	636,06	48,53	4,44	20,03	1,09
TEMPO	6	50725,76***	5773,15***	427,64***	86,47***	153,49***	10,91***
ERRO	18	1243,38	238,19	26,16	2,46	9,1	0,38
CV (%)	-	29,94	46,83	57,67	40,85	54,39	40,36

QM: quadrado da média; CV (%): coeficiente de variação; *: significativo a $p < 0,05$; ***: significativo a $p < 0,001$ pelo teste de F.

5.1 Crescimento da planta

O acúmulo de massa seca vegetativa ao longo do período de corte foi relativamente lento até os 40 dias após o transplântio, com reposta quadrática, R^2 de 0,9664 (Figura 1). A produção de biomassa acelerou o acúmulo a partir dos 40 dias após o transplântio, alcançando um acúmulo de 107,843g por planta aos 70 DAT. Esse valor foi maior do que o encontrado por Maia (1998), em trabalho realizado com solução nutritiva completa onde as aplicações na planta medicinais *Mentha aversis L.*, teve um valor obtido de 32,09g aos 77 após o transplântio, Maia et al. (2009).

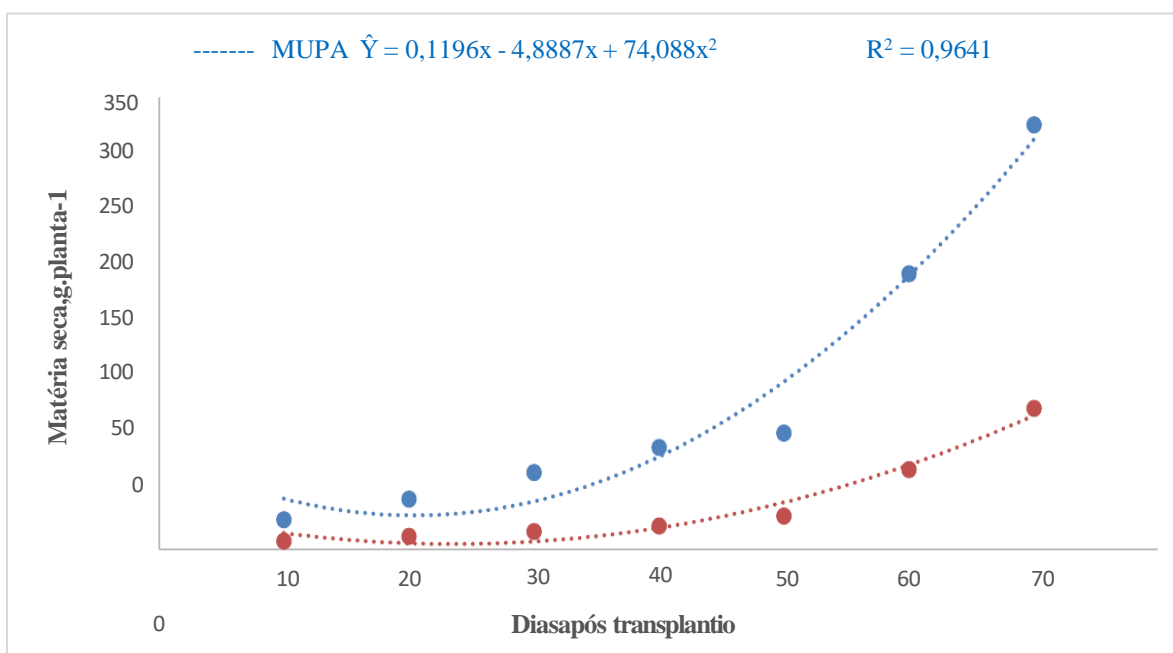


Figura 1: Acúmulo de massa seca (MS) massa fresca (MF) na *Mentha-japonesa* (*Mentha Arvensis L.*) no município de Petrolina-PE, em função dias após o transplântio (DAT)

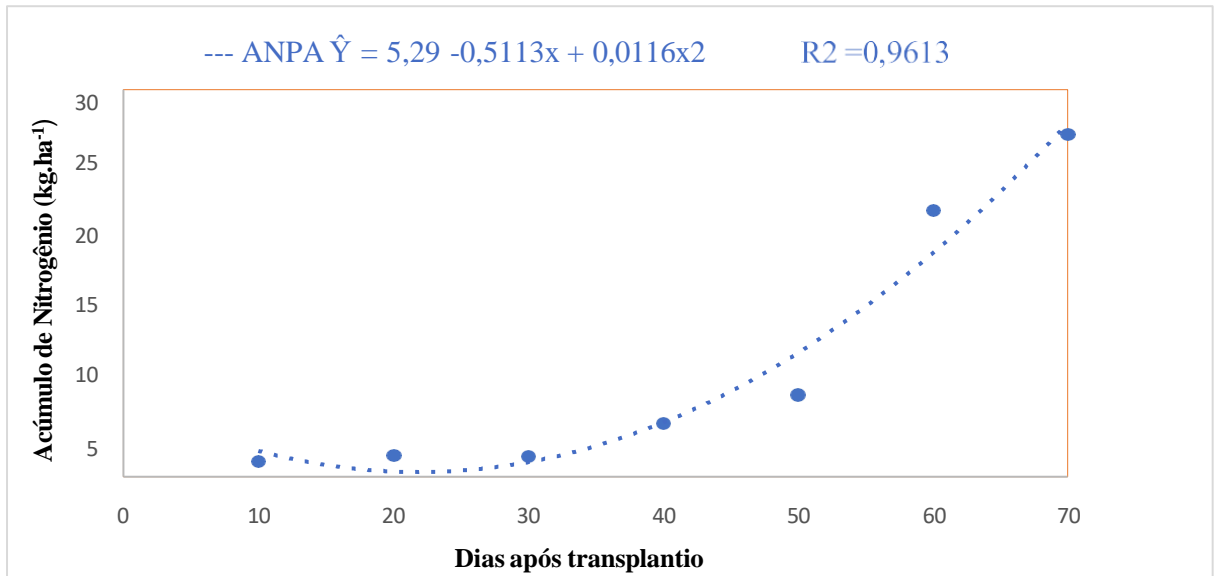


Figura 2: Acúmulo de nitrogênio na *Mentha-japonesa* (*Mentha Arvensis L.*) em função dias após o transplântio (DAT)

5.2 O acúmulo de nitrogênio na planta

O acúmulo de nitrogênio foi descrito por um modelo quadrático, com R^2 de 0,9613, onde o acúmulo de nitrogênio foi lento até os 30 DAT com um acúmulo de 1,60 kg/ha, aumentando significativamente depois desse período onde, alcançou um acúmulo de 26,50 kg/há aos 70 DAT. (Figura 2).

A quantidade de nitrogênio recomendado para a cultura da *Mentha* deve ser aplicada conforme indicado na (Tabela 4), considerando o comportamento de nitrogênio acumulado na planta. O objetivo é diminuindo os índices de perdas de fertilizantes e atender as exigências de nitrogênio da cultura. Desse modo, a aplicação deve ter intervalos de 10 dias, de uma aplicação para a outra usando a quantidade de adubação ideal, na primeira aplicação deve-se aplicar 1,19 kg/ha, para fornecer o percentual 4,46% do acumulado. Na segunda aplicação utilizar 0,5 kg/ha, para alcançar 6,33% do acúmulo total. Na terceira, deve-se aplicar 0,1 kg/ha para atingir 6,70% na quarta aplicação 2,54 kg/ha, alcançando 16,22% do acúmulo total. Na quinta aplicação utilizar 2,21 kg/ha, para atingir 24,49% do acúmulo total. Na sexta aplicação, 14,29 kg/ha para 78,01% do acúmulo total. Na sétima aplicação utilizar 5,87 kg/ha completando assim os 100% do acúmulo total. Com esse cronograma, todas as aplicações garantirão que a planta consuma a quantidade ideal de nitrogênio, atendendo plenamente suas demandas nutricionais. Havendo dados da taxa de recuperação dos fertilizantes pela cultura, deve-se ajustar as quantidades em cada adubação.

Tabela 4. Recomendação de adubação de Nitrogênio para a *Mentha Arvensis L.* em função do DAT

Dias	Quantidade a ser aplicada kg/ha	Quantidade a ser atingida kg/ha	PA (%)
0 a 10	1,19	1,19	4,46
10 a 20	0,5	1,69	6,33
20 a 30	0,1	1,79	6,70
30 a 40	2,54	4,33	16,22
40 a 50	2,21	6,54	24,49
50 a 60	14,29	20,83	78,01
60 a 70	5,87	26,7	100

PA: percentual acumulado.

5.3 Acúmulo de fósforo na planta

O Acúmulo de fósforo foi descrito por um modelo quadrático, com R^2 de 0,9574, sendo lento até os 30 DAT, com um acúmulo de 0,3125 kg/ha, e aumentou, depois desse período, alcançando um acúmulo de 12,24 kg.ha⁻¹ aos 70 DAT. (Figura 3).

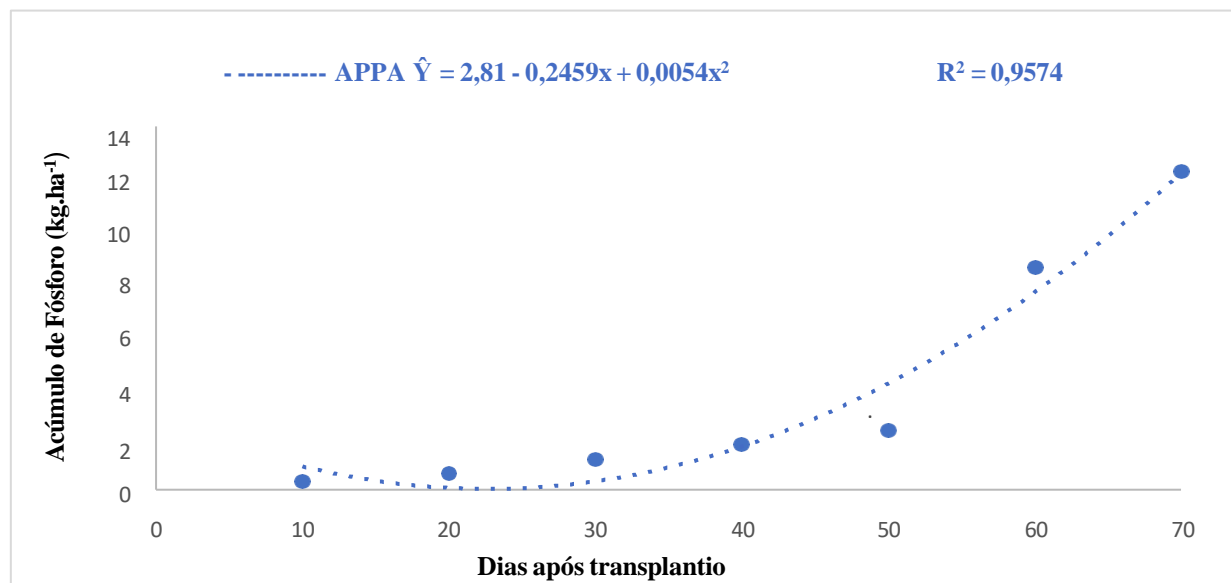


Figura 3: Acúmulo de fósforo na Mentha-japonesa (*Mentha arvensis L.*) em função dias após o transplante (DAT).

A quantidade de fósforo recomendado para a cultura da Mentha deve ser aplicada conforme indicado na (Tabela 5), considerando o comportamento de fósforo acumulado na planta. O objetivo é diminuindo os índices de perdas de fertilizantes e atender as exigências de fósforo da cultura. Desse modo, a aplicação deve ter intervalos de 10 dias, de uma aplicação para a outra usando a quantidade de adubação ideal, na primeira aplicação deve-se aplicar 0,31 kg/ha, para fornecer o percentual 2,53% do acumulado.

Na segunda aplicação utilizar 0,31 kg/ha, para alcançar 5,07 do acúmulo total. Na terceira, deve-se aplicar 0,52 kg/ha para atingir 9,31% na quarta aplicação 0,58 kg/ha, alcançando 14,05% do acúmulo total. Na quinta aplicação utilizar 0,55 kg/ha, para atingir 18,55% do acúmulo total. Na sexta aplicação, 6,28 kg/ha para 69,85% do acúmulo total. Na sétima aplicação utilizar 3,69 kg/ha completando assim os 100% do acúmulo total. Com esse cronograma, todas as aplicações garantirão que a planta consuma a quantidade ideal de fósforo, atendendo plenamente suas demandas nutricionais.

Tabela 5. Recomendação de adubação de Fósforo para a *Mentha Arvensis L.* em função do DAT

Dias	Quantidade a ser aplicada kg/ha	Quantidade a ser atingida kg/ha	PA (%)
0 a 10	0,31	0,31	2,53
10 a 20	0,31	0,62	5,07
20 a 30	0,52	1,14	9,31
30 a 40	0,58	1,72	14,05
40 a 50	0,55	2,27	18,55
50 a 60	6,28	8,55	69,85
60 a 70	3,69	12,24	100

PA: percentual acumulado.

5.4 Acúmulo de cálcio na planta

O acúmulo de cálcio foi descrito por um modelo quadrático, com R^2 de 0,7740, onde o acúmulo de cálcio foi lento até os 50 DAT, com um acúmulo de 2,64 kg/ha, aumentando significativamente depois desse período onde, alcançou o seu acúmulo de 15,79 kg/ha aos 60 DAT. (Figura 4).

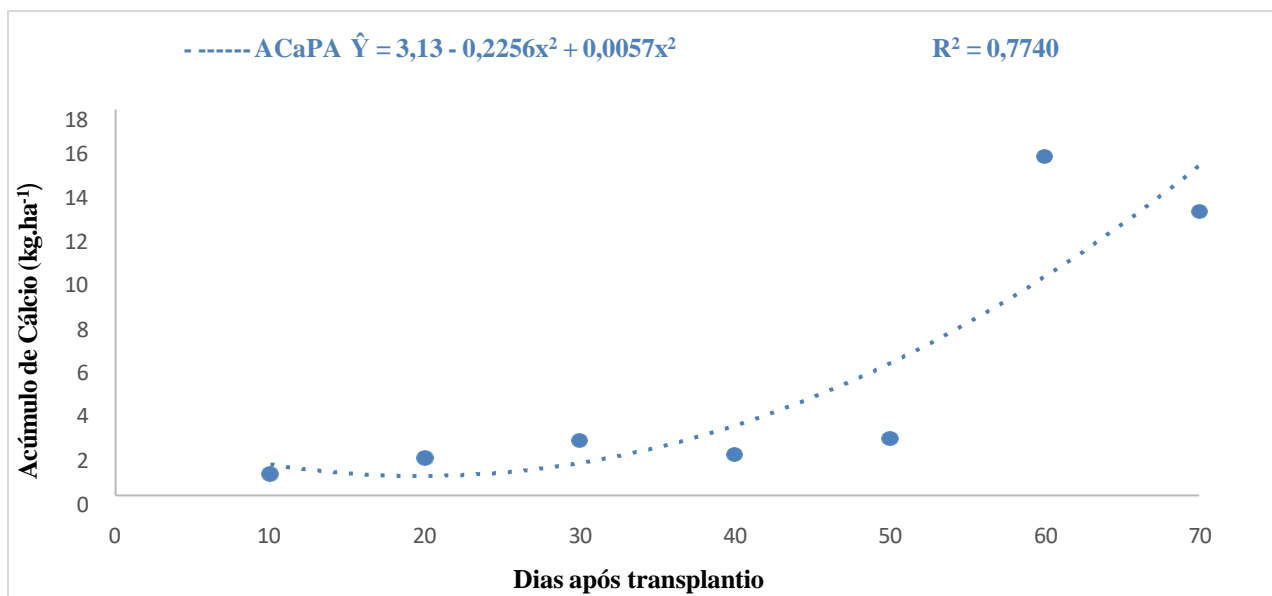


Figura 4: Acúmulo de cálcio na Mentha-japonesa (*Mentha arvensis L.*) em função dias após o transplante (DAT)

A quantidade de cálcio recomendado para a cultura da *Mentha* deve ser aplicada conforme indicado na (Tabela 6), considerando o cálcio acumulado na planta. O objetivo é diminuindo os índices de perdas de fertilizantes e atender as exigências de cálcio da cultura. Com isso, a aplicação deve ter intervalos de 10 dias, de uma aplicação para a outra usando a quantidade de adubação ideal, na primeira aplicação deve-se aplicar 0,99 kg/ha, para atingir a quantidade de kg/ha 0,99 para alcançando o percentual total do acúmulo 7,48%, na segunda aplicação utilizar 0,74 kg/ha, para atingir a quantidade de 1,73 kg/há, alcançar 13,07% de acúmulo total, na terceira adubação deve-se aplicar 0,82 kg/ha para atingir 2,55 kg/ha onde alcançara o acúmulo de 19,26 %, na quarta aplicação -0,65 kg/ha, para atingir 1,9 kg/ha, alcançando o acúmulo total de 14,35%, na quinta aplicação utilizar 0,74 kg/ha, para atingir 2,64 kg/há, onde alcançara 19,94% de acúmulo total, na sexta aplicação 13,15 kg/ha para atingir 15,79 kg/ha, onde alcançara um acúmulo de 119,26%, na sétima aplicação utilizar - 2,55 kg/ha para atingir 13,24 kg/ha para alcançar os 100% de acúmulo, com o cronograma, todas as adubação garantirão que a planta consuma a quantidade ideal de cálcio.

Tabela 6. Recomendação de adubação de Cálcio para a *Mentha arvensis L.* em função do DAT

Dias	Quantidade a ser aplicada kg/ha	Quantidade a ser atingida kg/ha	PA (%)
0 a 10	0,99	0,99	7,48
10 a 20	0,74	1,73	13,07
20 a 30	0,82	2,55	19,26
30 a 40	-0,65	1,9	14,35
40 a 50	0,74	2,64	19,94
50 a 60	13,15	15,79	119,26
60 a 70	-2,55	13,24	100

PA: percentual acúmulo

5.5 Acúmulo de magnésio na planta

O Acúmulo de magnésio foi descrito por um modelo quadrático, com R^2 de 0,9434, onde o acúmulo de magnésio foi lento até os 40 DAT que teve um acúmulo de 0,895 kg/ha, aumentando significativamente depois desse período onde, alcançou o seu acúmulo de 4,4825 kg/ha aos 70 DAT (Figura 5).

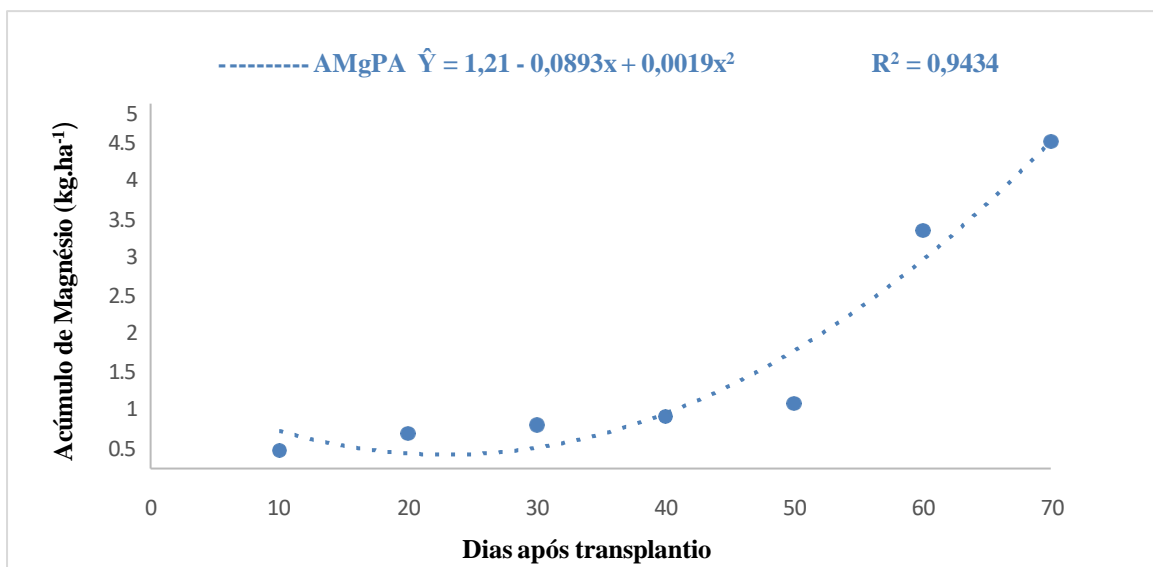


Figura 5: Acúmulo de magnésio na Mentha-japonesa (*Mentha arvensis* L.) em função dias após o transplântio (DAT)

A quantidade de magnésio recomendado para a cultura da Mentha deve ser aplicada conforme indicado na (Tabela 7), considerando o comportamento de magnésio acumulado na planta. O objetivo é diminuindo os índices de perdas de fertilizantes e atender as exigências de magnésio da cultura. Desse modo, a aplicação deve ter intervalos de 10 dias, de uma aplicação para a outra usando a quantidade de adubação ideal, na primeira aplicação deve-se aplicar 0,99 kg/ha, para fornecer o percentual 5,74% do acumulado. Na segunda aplicação utilizar 0,23 kg/ha, para alcançar 10,88% do acúmulo total. Na terceira, deve-se aplicar 0,12 kg/ha para atingir 13,55% na quarta aplicação 0,11 kg/ha, alcançando 16,01% do acúmulo total. Na quinta aplicação utilizar 0,18 kg/ha, para atingir 20,02% do acúmulo total. Na sexta aplicação, 2,37 kg/ha para 72,89% do acúmulo total. Na sétima aplicação utilizar 1,22 kg/ha completando assim os 100% do acúmulo total. Com esse cronograma, todas as aplicações garantirão que a planta consuma a quantidade ideal de magnésio, atendendo plenamente suas demandas nutricionais. Havendo dados da taxa de recuperação dos fertilizantes pela cultura, deve-se ajustar as quantidades em cada adubação.

Tabela 7. Recomendação de adubação de Magnésio para a Mentha Arvensis L. em função do DAT

Dias	Quantidade a ser aplicada kg/ha	Quantidade a ser atingida kg/ha	PA (%)
0 a 10	0,99	0,2575	5,74
10 a 20	0,23	0,4875	10,88
20 a 30	0,12	0,6075	13,55
30 a 40	0,11	0,7175	16,01
40 a 50	0,18	0,8975	20,02
50 a 60	2,37	3,2675	72,89
60 a 70	1,22	4,4825	100

PA: percentual acumulado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de massa seca (MS) da parte aérea varia de forma quadrática ao longo do tempo verificando uma maior demanda dos 40 aos 70 Dias após o transplântio (DAT)

Com a maior demanda dos 40 aos 70 (DAT) com consumo de PA 100%, ficou com recomendação de 26,5 kg.ha⁻¹ total acumulado para o nitrogênio, recomendação de 12,24 kg.ha⁻¹ para o fósforo com consumo de PA 100%, recomendação 13,25 kg.ha⁻¹ para o cálcio com consumo de PA 100%, recomendação 4,48 kg.ha⁻¹. Para o magnésio com consumo de PA 100%.

REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, Mara Zélia de. **Plantas medicinais**. Edufba, 2003.
2. BARROS, José. **Fertilidade do solo e Nutrição das plantas**. 2020.
3. BARROS, José. **Fertilidade do solo e Nutrição das plantas**. 2020.
4. CHAGAS, Jorge Henrique et al. **Produção de mudas de hortelã-japonesa em função da idade e de diferentes tipos de estaca**. *Ciência Rural*, v. 38, p. 2157-2163, 2008.
5. DE SÁ, Amanda Aciely Serafim et al. A importância do cálcio para a nutrição de plantas: uma revisão. **Scientific Electronic Archives**, v. 17, n. 2, 2024.
6. DECHEN, Antonio Roque et al. **Elementos requeridos à nutrição de plantas**. 2007.
7. DESCHAMPS, Cícero et al. Avaliação de genótipos de *Mentha arvensis*, *Mentha x piperita* e *Mentha* spp. para a produção de mentol. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 178-183, 2013.
8. DESTRO, Moacir Vinícius Pereira et al. Estresse salino associado à aplicação exógena de espermidina no acúmulo de glicina betaína em Guandu. **Bragantia**, v. 67, p. 593- 597, 2008.
9. EMANUELLE, Eloisa et al. Marcha de crescimento e de absorção de nitrogênio da hortelã-miúda (*Mentha x villosa* (Huds)). **Revista Semiárido De Visu**, v. 12, n. 2, p. 678-687, 2024.
10. EMBRAPA, Manual de Métodos de Análise. de Solo. **Centro Nacional de Pesquisa do Solo, 2a edição, Rio de Janeiro**, 1997.
11. FAQUIN, Valdemar. Nutrição mineral de plantas. **Lavras: UFLA/Faepe**, v. 183, 2005.
12. FAQUIN, Valdemar. Nutrição mineral de plantas. **Lavras: UFLA/Faepe**, v. 183, 2005.
13. FAQUIN, Valdemar. Nutrição mineral de plantas. **Lavras: UFLA/Faepe**, v. 183, 2005.
14. FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 06, p. 1039-1042, 2011
15. FIORENTINI, Diana et al. Magnesium: biochemistry, nutrition, detection, and social impact of diseases linked to its deficiency. **Nutrients**, v. 13, n. 4, p. 1136, 2021.
16. FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. **Fisiologia vegetal. Rio de**

Janeiro: Guanabara Koogan, p. 40-75, 2004.

17. GRISI MCM; SILVA DB; ALVES RBN; GRACINDO LAMB; VIEIRA RF. 2006. **Avaliação de genótipos de Menta (*Mentha spp*) nas condições do Distrito Federal, Brasil.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais 8: 33-39.
18. GRISI MCM; SILVA DB; ALVES RBN; GRACINDO LAMB; VIEIRA RF. 2006. **Avaliação de genótipos de Menta (*Mentha spp*) nas condições do Distrito Federal, Brasil.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais 8: 33-39.
19. HUNGRIA, Mariangela; MENDES, I. C.; CAMPO, R. J. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro.** 2007.
20. MAIA, J. T. L. S.; MARTINS, E.R.; COSTA, C.A.; FERRAZ, E.O.F.; ALVARENGA, I.C.A.; SOUZA JÚNIOR, I.T.; VALADARES, S.V. Influência do cultivo em consórcio na produção de fitomassa e óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) e hortelã (*Mentha x villosa* Huds.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 11, p. 137-140, 2009.
21. MAIA, N.B. 1998. **Efeito da nutrição mineral na qualidade do óleo essencial da menta (*Mentha arvensis*) cultivada em solução nutritiva.** In MING LC. Plantas medicinais aromática e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica. Botucatu: UNESP. p. 81-96.
22. MAIA, Nilson Borlina. **Nutrição mineral, crescimento e qualidade do óleo essencial da menta (*Mentha arvensis* L.) cultivada em solução nutritiva.** 1994. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
23. MALAVOLTA, Eurípedes. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** Agrônômica Ceres, 1980. 251p.
24. MIFLIN, Benjamin J.; LEA, Peter J. O caminho da assimilação de nitrogênio em plantas. **Fitoquímica**, v. 15, n. 6, p. 873-885, 1976.
25. NETO, Antônio Azeredo Coutinho; SILVA, Priscila Primo Andrade. Nitrogênio: um dos elementos essenciais para as plantas. **Laboratório de Ensino de Botânica**, p. 144. 2016)
26. PEIXOTO, Clóvis Pereira; PEIXOTO, M. F. S. P. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. **Tópicos em ciências agrárias**, v. 38, 2009.
27. PRADO, R.M.; NASCIMENTO, V.M. **Manejo da adubação do cafeeiro no Brasil.** 1.ed. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 2003. 273 p.
28. PRADO, R.M.; NASCIMENTO, V.M. **Manejo da adubação do cafeeiro no Brasil.** 1.ed. Ilha Solteira: FEIS/UNESP, 2003. 273 p.
29. SANTANA, Rafaela Silva et al. **Marcha de absorção de macronutrientes e produção de variedades de cana-de-açúcar.** 2019.
30. THOMAS, R. L.; SHEARD, R. W.; MOYER, J. R. **Comparison of conventional and automated procedures for nitrogen, phosphorus and potassium analysis of plant material using a single digest.** Agronomy journal, 59: 240-243, 1967.
31. VIANA, Matheus de Souza. **Curva de crescimento e de absorção**

de cálcio da hortelã-miúda (Mentha x villosa Huds). 2022.

32. VIDIGAL, Sanzio Mollica; PACHECO, Dilermando Dourado; FACION, Cláudio Egon. Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo Tetsukabuto. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 375-380, 2007.

VILAR, Cesar Crispim; VILAR, Flavia Carolina Moreira. Comportamento do fósforo em solo e planta. **Revista Campo Digital**, v. 8, n. 2, 2013.

33. ZAMBOLIM, Laércio; VENTURA, José Aires. **Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral de plantas**. 201.